

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-275543  
 (43)Date of publication of application : 30.09.1994

(51)Int. Cl.

H01L 21/205  
 H01L 21/31  
 H05H 1/46

(21)Application number : 05-084035  
 (22)Date of filing : 18.03.1993

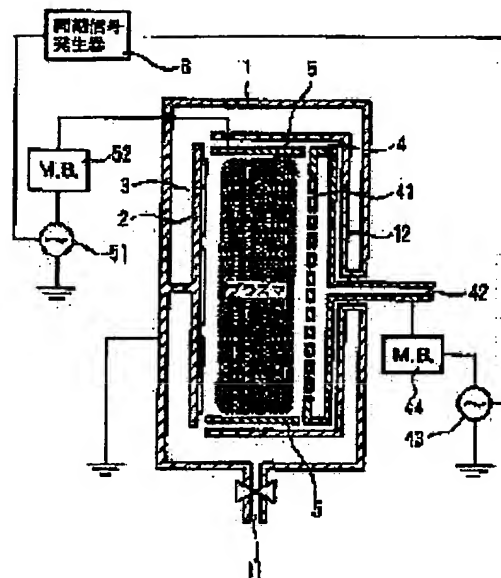
(71)Applicant : NIPPON SOKEN INC  
 (72)Inventor : OKAMOTO ATSUYA  
 SHIOZAWA MASAHIRO  
 TAKAGI JIRO

## (54) PLASMA GENERATING DEVICE

## (57)Abstract:

PURPOSE: To make the property of plasma uniform at the central part and peripheral part of a plasma space.

CONSTITUTION: An intermediate electrode 5 is formed by surrounding the periphery of a plasma space formed between a high-frequency electrode 4 and earth electrode 2 with a metallic plate and the frequency and phase of the voltage applied across the intermediate electrode 5 from a high-frequency power source 51 are made coincident with the frequency and phase of the voltage applied across the electrode 4. In addition, the crest value of the electrode 5 is controlled between those of the electrodes 4 and 2.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 16.10.1995

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2809041

[Date of registration] 31.07.1998

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998, 2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-275543

(43)公開日 平成6年(1994)9月30日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/205				
21/31	C			
H 0 5 H 1/46		9014-2G		

審査請求 未請求 請求項の数 1 F D (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平5-84035

(22)出願日 平成5年(1993)3月18日

(71)出願人 000004695

株式会社日本自動車部品総合研究所  
愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地

(72)発明者 岡本 敦哉

愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会  
社日本自動車部品総合研究所内

(72)発明者 塩沢 方浩

愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会  
社日本自動車部品総合研究所内

(72)発明者 高木 二郎

愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会  
社日本自動車部品総合研究所内

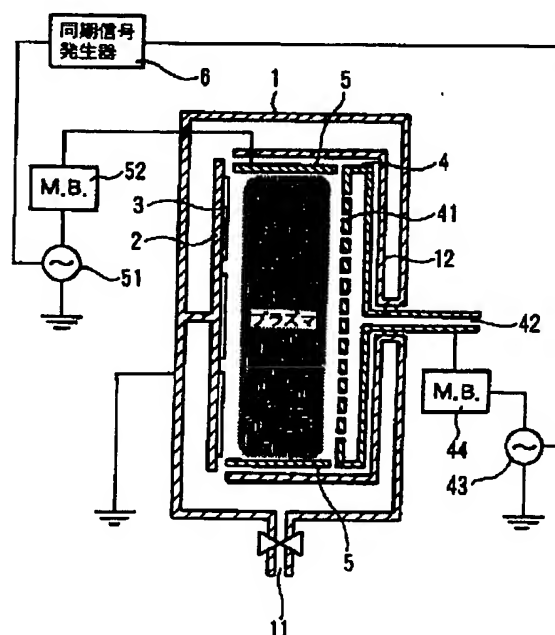
(74)代理人 弁理士 伊藤 求馬

(54)【発明の名称】 プラズマ発生装置

(57)【要約】

【目的】 プラズマ空間の中央部と周辺部におけるプラズマの性質を均一にする。

【構成】 高周波電極4とアース電極2との間に形成されるプラズマ空間の周囲を金属板で覆って中間電極5とし、該中間電極5に高周波電源51より印加する電圧の周波数および位相を、高周波電極4に印加される電圧の周波数、位相に一致せしめるとともに、その波高値を電極4の波高値とアースの波高値の間で制御する。



BEST AVAILABLE COPY

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 真空容器内に、導入ガスに高周波電力を供給する高周波電極とアース電極とを対向配設し、両電極間にプラズマを発生させるプラズマ発生装置において、上記高周波電極とアース電極との間に形成されるプラズマ空間の周囲を覆って中間電極を設けるとともに、上記中間電極に、上記高周波電極に印加する高周波電圧の周波数および位相と同一周波数および位相で、その波高値が高周波電極の波高値ないしアース電極の波高値を含む、これら波高値の間の値を取る高周波電圧を印加する電圧印加手段を設けたことを特徴とするプラズマ発生装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明はプラズマCVD装置等を使用するプラズマ発生装置に関し、特に均一成膜を行うためのプラズマ分布制御に関する。

## 【0002】

【従来の技術】プラズマ発生装置を内設した従来のプラズマCVD装置の一例を図8に示す。図において、真空容器1はガス排気口11を有し、図略の真空ポンプにより排気されて内部が真空に保たれている。上記真空容器1内には、基板3を保持するアース電位の基板トレイ2と高周波電極4とが対向して配してある。上記高周波電極4は扁平な容器体で、基板3と対向する表面に多数のガス導入口41が形成され、裏面にはガス導入管42が接続されている。しかし、成膜ガスはガス導入管よりガス導入口41を経て、真空容器1内に導入される。

【0003】導入された成膜ガスは、高周波電源43からマッチングボックス44、高周波電極4を経て供給される電力によりプラズマ状態となり、プラズマ空間、あるいは基板3の表面で化学反応を起こして、基板3上に堆積し、薄膜を形成する。

【0004】ところが、上記従来のプラズマCVD装置は、基板トレイ2の中央部と周辺部とで、形成される薄膜の膜厚、膜質が不均一であり、このため均一成膜面積が大きくとれないという問題があった。この原因の一つは、プラズマ空間の中央部と周辺部のプラズマの性質が異なることにありと考えられ、これを解決するための方法がいくつか提案されている。

【0005】例えば、特開昭63-186419号公報では、基板ホルダーと同電位としたシールド枠体により高周波電極の側面を包囲し、プラズマを電極対の間に閉じ込めて、プラズマの不均一を解消しようとしている（第1従来例）。一方、実公昭64-1958号公報では、放電電極板を複数に分割して、個々の放電電極板に導入される高周波電力を別々にコントロールすることで、プラズマの密度分布を調整することが検討されている（第2従来例）。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、本発明者等の実験によれば、第1従来例のプラズマ発生装置によっても、プラズマの均一化は未だ十分ではない。また、第2従来例では、プラズマ密度分布の制御には有効であるものの、それ以外のプラズマの性質は均一化されず、膜厚、膜質の均一な薄膜を形成することは依然として難しい。

【0007】本発明者等が行った実験およびシミュレーションによれば、従来装置におけるプラズマ不均一の原因は、プラズマ空間の中央部と周辺部とで高周波電極とアース電極の面積比が異なっていることにある。すなわち、図8に示した従来のプラズマCVD装置において、プラズマ空間の中央部では高周波電極4とアース電極（基板トレイ2）の面積比はおよそ1:1であるのに対し、周辺部では、基板トレイ2に加え真空容器1の内壁がアース電極として機能するため、面積比は1:a（ $a > 1$ ）となる。このように周辺部でアース電極の面積が大きくなっており、この電極面積の違いがプラズマ不均一の原因になっていると考えられる。

【0008】しかし、本発明の目的は、プラズマ空間の周辺部における高周波電極とアース電極の面積比が、中央部における面積比と等しくなるようにし、これにより中央部と周辺部のプラズマの性質を均一化して、成膜装置に適用した際に、膜厚、膜質の均一な薄膜を形成することが可能なプラズマ発生装置を提供することにある。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】本発明の構成を図1で説明すると、真空容器1内に、導入ガスに高周波電力を供給する高周波電極4とアース電極2とを対向配設し、両電極2、4間にプラズマを発生させるプラズマ発生装置において、上記高周波電極4とアース電極2との間に形成されるプラズマ空間の周囲を覆って中間電極5を設けるとともに、上記中間電極5に、上記高周波電極4に印加する高周波電圧の周波数および位相と同一周波数および位相で、その波高値が高周波電極の波高値ないしアース電極2の波高値を含む、これら波高値の間の値をとる高周波電圧を印加する電圧印加手段51を設けたものである。

## 【0010】

【作用】上記構成において、中間電極5の波高値を高周波電極4の1/2に調整すると、周辺部の高周波電極とアース電極の面積比は、電気的に見て1:1になる。したがって、周辺部のプラズマの性質が中央部と同じになり、アース電極2上に設けた基板に積層形成される薄膜の膜質、膜厚が中央部と周辺部で均一化される。さらに、中間電極5の波高値を変化させれば、電気的に見た周辺部の高周波電極とアース電極の面積比を変化させることができる。したがって、周辺部のプラズマの性質を制御することができ、中央部の膜質、膜厚に対して、周

辺部の膜質、膜厚を、所定のものに制御することも可能である。

【0011】

【実施例1】図1に本発明のプラズマ発生装置を利用したプラズマCVD装置の一例を示す。図において、真空容器1は、底面にガス排気口11を有し、図略の真空ポンプにより内部ガスが排出されて真空に保持されている。上記真空容器1内には、その内壁に保持せしめて基板トレイ2が配され、該基板トレイ2上に基板3が保持されている。なお、この基板トレイ2はアース電極として機能する。

【0012】上記基板3の対向位置には、高周波電極4が配してある。該高周波電極4の、上記基板3に対向する表面には多数のガス導入口41が形成してあり、背面に接続されたガス導入管42を経て成膜ガスが真空容器1内に導入される。上記高周波電極4は、外部に設置された高周波電源43に、マッチングボックス44を介して接続されている。

【0013】高周波電極4の外周縁と基板トレイ2の外周縁との間に、内部空間を囲んで筒状に中間電極5が設けてあり、該中間電極5はマッチングボックス52を介して他の高周波電源51に接続されている。中間電極5は絶縁物を用いて真空容器1内に固定されており、電気的に高周波電極4からもアース電極である基板トレイ2からも独立している。上記高周波電源4および中間電極5の背後には真空容器1に連続するアースカバー12が所定の隙間で設けてあり、これら各電極4、5と真空容器1の内壁との間で放電が生じることを防いでいる。

【0014】真空容器1内に導入された成膜ガスは、上記高周波電源43からマッチングボックス44、高周波電極4を経て供給される電力によりプラズマ状態となる。そして上記基板トレイ2と高周波電極4の間に形成されるプラズマ空間、あるいは上記基板3の表面で化学反応を起こして基板3上に堆積し、薄膜を形成する。

【0015】高周波電源43、51には同期信号発生器6からの同期信号が入力しており、共に同期信号により高周波電圧を発生しているから、中間電極5に印加される高周波電圧と、高周波電極4に印加される高周波電圧とは周波数および位相が一致している。また、高周波電源51ではその出力波高値を、高周波電源43の出力波高値とアース波高値を含む、これら波高値の間で任意に設定できる。

【0016】以下、装置の作動について説明する。真空容器1内に導入された成膜ガスは、上記高周波電源43からマッチングボックス44、高周波電極4を経て供給される電力によりプラズマ状態となる。そしてプラズマ空間、あるいは上記基板3の表面で化学反応をおこして基板3上に堆積し、薄膜を形成する。

【0017】この場合、中間電極5に印加する高周波電圧の波高値を、高周波電極4に印加する波高値の1/2

となるように調整すると、上記中間電極5は、電気的にみて高周波電極4、基板トレイ2のいずれでもない状態となる。つまり、高周波電極4から見た周辺部のアース電極は、中央部同様、基板トレイ2のみとなるので、高周波電極4とアース電極（基板トレイ2）の面積比は1:1となる。

【0018】この効果を図2で説明すると、図は、中間電極5に印加する高周波電圧の波高値を変化させたときの、プラズマ空間のプラズマ密度分布変化を示すもので、横軸は中心からの距離、縦軸はイオン電流（プラズマ密度）である。図に明らかなように、上記中間電極5に印加する高周波電圧の波高値（ $V_{mid}$ ）を、高周波電極4に印加する電圧の波高値（ $V_{rf}$ ）の1/2に調整すると、イオン電流は中心からの距離に関係なくほぼ一定になる。

【0019】実際に基板3上に形成される薄膜の膜厚は、プラズマ密度のみによって決定されるものではなく、成膜圧力等によっても変化する。そこで、中間電極5の電圧波高値（ $V_{mid}$ ）を高周波電極4の電圧波高値（ $V_{rf}$ ）とアース電極2の電圧波高値（ $=0$ ）の間で適宜変化せしめると、図3に示す如き膜厚分布が得られ、この場合には $V_{mid} = V_{rf}$ の時に周辺部と中央部の膜厚差は十分小さくなり、均一となっている。

【0020】かくして、成膜圧力等に応じて中間電極5の高周波電圧波高値を変更して、中間電極5と高周波電極4ないしアース電極2との間に放電を生じさせず、あるいは適宜の放電を生じさせることにより、基板3の全面に均一な薄膜を形成することができる。なお、膜厚の均一化のみでなく、中央部の膜厚に対して周辺部の膜厚を所定のものに制御することも可能である。

【0021】

【実施例2】図4において、高周波電極4、中間電極5を1つの高周波電源43に接続し、電圧波高値調整器7によって上記中間電極5に印加する電圧を制御するようにしている。他の構成および作動は上記第1実施例と同様である。かかる構成によっても第1実施例と同様の効果を得られる。

【0022】

【実施例3】また図5のように、高周波電極4とアースカバー12の間に中間電極5の端縁が挿入されるように配し、上記高周波電極4と中間電極5、および中間電極5とアースカバー12を電気的に容量結合させることによって、中間電極5に高周波電圧を印加してもよい。この場合、中間電極5の電圧の波高値は、高周波電極4と中間電極5の間隙、および中間電極5とアースカバー12の間隙の大きさの比を変化させることによって任意に制御できる。

【0023】

【実施例4】図6のように上記各電極を可変容量コンデンサ81、82を用いて容量結合させてもよい。この場

合、各コンデンサの容量を変更すれば、中間電極5の電圧の波高値を任意に制御できる。

【0024】

【実施例5】さらに、真空容器1内の圧力、温度などが時間とともに変化し、それらの条件に膜厚、膜質分布が影響を受けるようなときには、プラズマ分布を監視して中間電極5に印加される高周波電圧の波高値をフィードバック制御してもよい。すなわち、図7のように、プラズマ空間の中央部と周辺部にプラズマモニタ91を配してフィードバック制御器92に接続し、その結果により中間電極5に印加される高周波電圧の波高値を調整するようになれば、膜厚、膜質をより均一に保つことができる。なお図には実施例1の構成にフィードバック機構を付加した例を示したが、このフィードバック制御は上記図4～6に示した実施例2～4のいずれにも用いることができる。

【0025】なお、本発明はプラズマCVD装置だけでなく、スパッタ装置、エッチング装置などプラズマを用いる真空装置であればいずれにも適用することができる。

【0026】

【発明の効果】以上のように、本発明のプラズマ発生装置は、プラズマ空間内のプラズマ分布を容易に制御することができるから、例えばプラズマCVD装置に適用して、中央部と周辺部におけるプラズマの不均一を解消することができ、膜厚、膜質の均一な薄膜をより広い面積に形成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1におけるプラズマCVD装置\*

\*の全体断面図である。

【図2】プラズマ空間のイオン電流分布を示す図である。

【図3】基板トレイ上の膜厚分布を示す図である。

【図4】本発明の実施例2におけるプラズマCVD装置の全体断面図である。

【図5】本発明の実施例3におけるプラズマCVD装置の全体断面図である。

【図6】本発明の実施例4におけるプラズマCVD装置の全体断面図である。

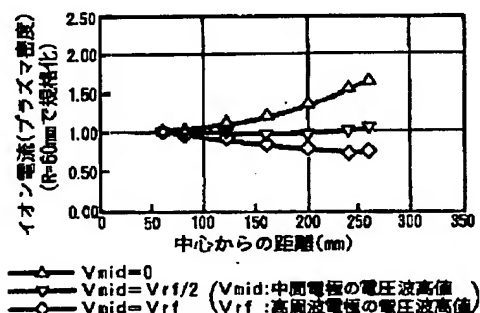
【図7】本発明の実施例5におけるプラズマCVD装置の全体断面図である。

【図8】従来のプラズマCVD装置の全体断面図である。

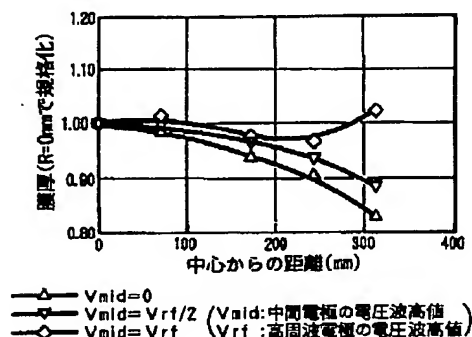
【符号の説明】

- 1 真空容器
- 11 ガス排気口
- 12 アースカバー
- 2 基板トレイ（アース電極）
- 20 3 基板
- 4 高周波電極
- 41 ガス導入口
- 42 ガス導入管
- 43 高周波電源
- 44 マッチングボックス
- 5 中間電極
- 51 高周波電源
- 52 マッチングボックス
- 6 同期信号発生器

【図2】



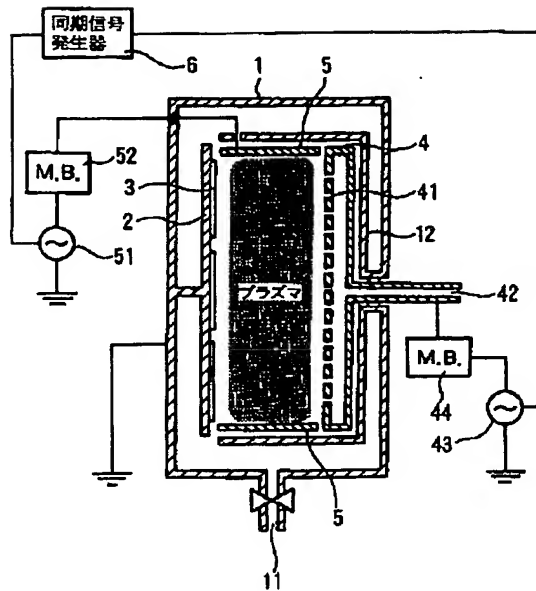
【図3】



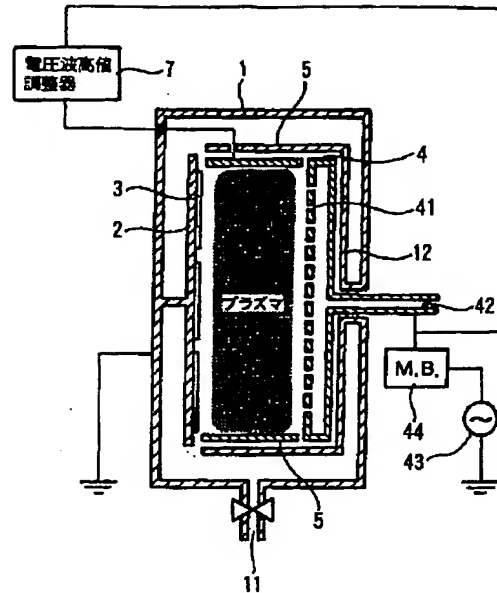
(5)

特開平6-275543

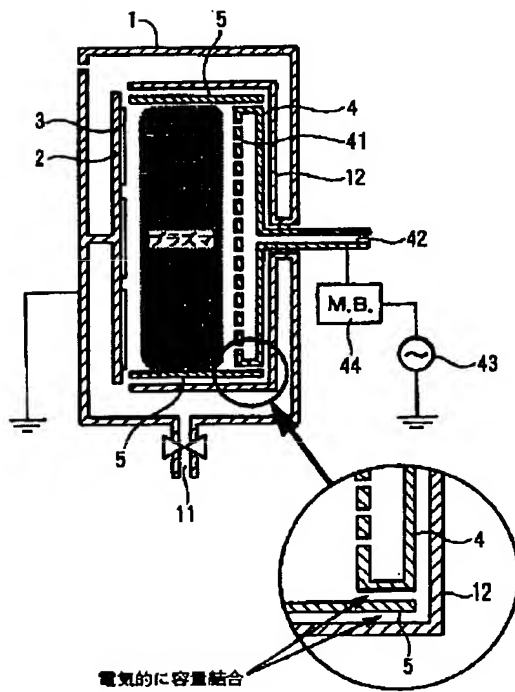
【図1】



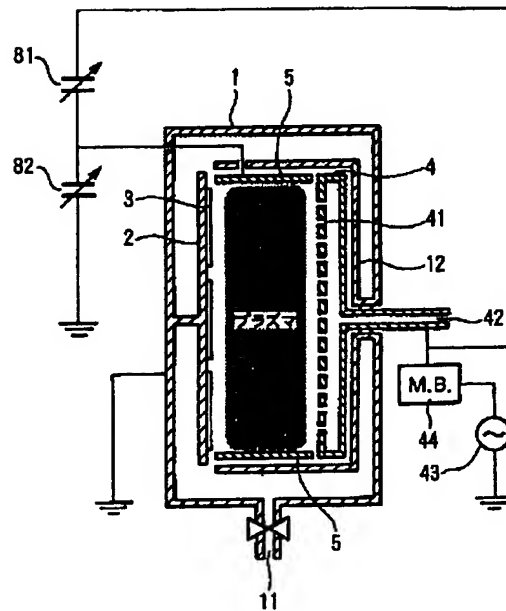
【図4】



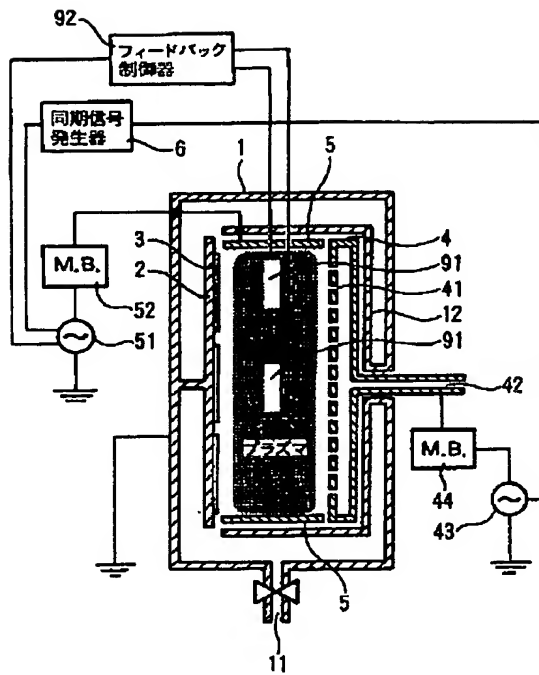
【図5】



【図6】



【図7】



【図8】

